

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001110027 A**

(43) Date of publication of application: **20.04.01**

(51) Int. Cl.

G11B 5/596

(21) Application number: **11288458**

(22) Date of filing: **08.10.99**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **AKAGI KYO
SEO YOSUKE**

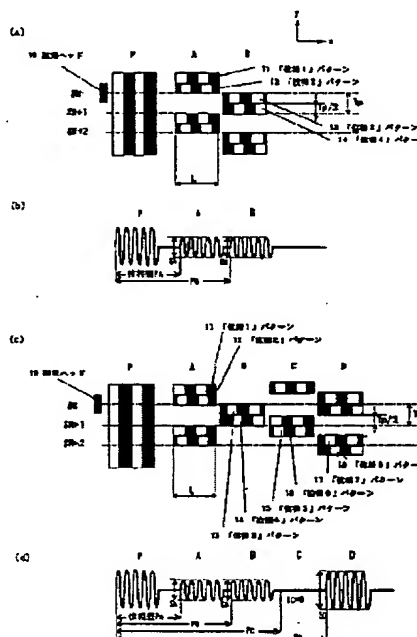
(54) **MAGNETIC STORAGE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a improved method and device than a conventional system to a main cause of obstructing increase in track density.

SOLUTION: A servo pattern is constituted of plural patterns arranged on both sides of a track central line while shifting in the track direction, and respective patterns A, B are constituted so that respectively two kinds of phase state patterns 11, 12, 13, 14 are arranged in the track width direction. A sine wave function nearly coinciding with a servo pattern regenerative signal waveform is obtained based on frequency information of a beforehand held regenerative signal, and a magnetic head signal is demodulated.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-110027
(P2001-110027A)

(43)公開日 平成13年4月20日(2001.4.20)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

データベース(参考)

G 1 1 B 5/596

G 1 1 B 5/596

5 D 0 4 2

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 21 頁)

(21)出願番号

特願平11-288458

(22)出願日

平成11年10月8日(1999.10.8)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 赤城 協

東京都国分寺市東菰ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 瀬尾 祥右

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

(74)代理人 100091096

弁理士 平木 祐輔

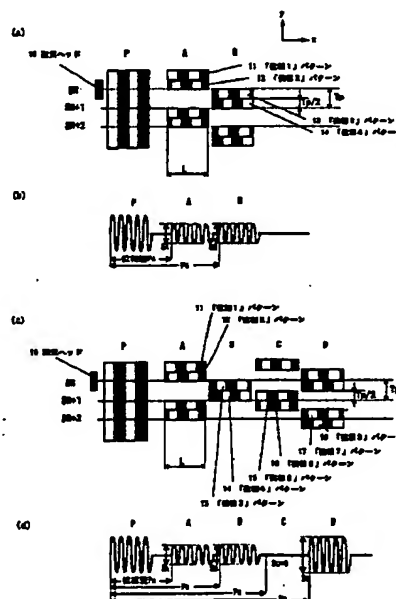
Fターム(参考) 5D042 LA01 MA05

(54)【発明の名称】 磁気記憶装置

(57)【要約】

【課題】 トラック密度増加の阻害要因に対して現行方式に比してより改善された方法と装置を提供する。

【解決手段】 サーボパターンをトラック中心線の両側にトラック方向にずらして配置した複数のパターンで構成し、各パターンA, Bはそれぞれ2種類の位相状態のパターン11, 12; 13, 14をトラック幅方向に並べて構成する。予め保持してある再生信号の周波数情報を基にサーボパターン再生信号波形に略一致する正弦波関数を求めて磁気ヘッド位置信号を復調する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 サーボパターンを有する磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、前記サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、前記サーボパターンの再生信号は前記磁気ヘッドのトラック幅方向位置に応じて振幅と位相とが同時に変化する複数の部分信号を含み、前記サーボ信号復調回路は予め保持してある前記再生信号の周波数情報を基に前記複数の部分信号のそれぞれに略一致する正弦波関数を求めて前記磁気ヘッド位置信号を復調することを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項2】 請求項1記載の磁気記憶装置において、前記サーボ復調回路は、各部分信号の振幅は当該部分信号に積分処理を加えることにより求め、位相は前記正弦波関数の位相より求めることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項3】 請求項1記載の磁気記憶装置において、前記サーボ復調回路は、各部分信号の振幅及び位相を前記正弦波関数の振幅と位相より求めることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項4】 請求項1、2又は3記載の磁気記憶装置において、前記サーボ復調回路は、振幅から得られる情報と位相から得られる情報に対して異なる重みをつけて前記磁気ヘッド位置信号を復調することを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1項記載の磁気記憶装置において、トラック方向に所定距離だけ離れた2箇所の磁気ヘッド位置信号を用いて前記磁気ヘッドの速度ベクトルを得ることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項6】 サーボパターンを有する磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、前記サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、前記サーボパターンはトラック中心線の両側にトラック方向にずらして配置した複数のパターンを含み、前記複数のパターンはそれぞれ2種類の位相状態のパターンをトラック幅方向に並べて構成されていることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項7】 サーボパターンを有する磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、前記サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、前記サーボパターンはトラック中心線の両側にトラック方向にずらして配置した複数のパターンを含み、前記複数のパターンはそれぞれN（Nは3以上の正数）種類の位相状態のパターンをトラック幅方向に並べて構成され

ていることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項8】 サーボパターンを有する磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、前記サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、前記サーボパターンは、トラック中心線の両側にトラック方向にずらして配置した複数のパターンを含み、前記複数のパターンはそれぞれトラック方向の位相状態がトラック幅方向に連続的に変化するパターンであることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項9】 サーボパターンを有しトラック幅方向に複数のゾーンに分割された磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、前記サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、前記サーボパターンの再生信号は前記磁気ヘッドのトラック幅方向位置に応じて振幅と位相とが同時に変化する複数の部分波形を含み、前記サーボパターン再生信号の周波数は前記ゾーン毎に異なり、前記サーボ信号復調回路は各ゾーン内から読み出した前記サーボパターン再生信号の周波数情報を基に前記複数の部分信号のそれぞれに略一致する正弦波関数を求めて前記磁気ヘッド位置信号を復調することを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記憶装置に係り、特に、磁気ディスクに記録されたサーボパターンの再生信号から磁気ヘッドを位置決めするための情報を取得するフレキシブル型磁気ディスク装置、リジッド型磁気ディスク装置等の磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気記憶装置の磁気ヘッドを位置決めするためのサーボパターンは、最も一般的には特公昭47-32012号公報に記載のように、所定のトラック間隔毎にサーボビットが千鳥配置されており、その各々を再生して振幅差を比較することによりトラック幅方向の位置情報を取得し、磁気ヘッドの位置決め（トラッキング）を行うという方法が知られている。

【0003】図2は、従来の「振幅検出サーボ」方式の概略を説明する図である。図2（a）はトラックとサーボパターンの関係を示す図、図2（b）はサーボパターン上を移動する磁気ヘッドから得られる再生信号の一例を示す図である。トラック幅 T_{wr} の磁気ヘッド10をトラック#Nに位置決めする場合を考える。図2（a）に示すように、磁気ヘッド10が図のx方向に進行し、パターンP、A～Dを通過するとき、図2（b）に示すような再生信号を得る。ここで、P、A～Dの各パターンの白い部分と黒い部分はそれぞれ、磁気記録媒体上に記

10

20

30

40

50

録されたサーボパターンの磁化の向きが互いに逆であることを表す。すなわち、面内磁気記録であれば、白い部分と黒い部分の磁化の向きは媒体面内にトラック方向（ x 方向）成分を持つ互いに逆方向を向いたベクトルであり、垂直記録であれば、白い部分と黒い部分の磁化の向きは媒体表面に垂直な成分を持つ互いに逆方向を向いたベクトルである。また、図2（a）のパターンは模式図であり、実際には図2（b）の信号周期とは一致する。

【0004】パターンAの再生信号振幅 S_A と、パターンBの再生信号振幅 S_B との差分である $S_A - S_B$ の演算を行い、トラック幅方向 y へ磁気ヘッド10を移動させると、演算結果は図2（a）の右に示したN-POSとなる。同様に、パターンCの再生信号振幅 S_C と、パターンDの再生信号振幅 S_D との差分である $S_C - S_D$ の演算を行い、トラック幅方向 y へ磁気ヘッド10を移動させると、演算結果は図2（a）の右に示したQ-POSとなる。上記で求めたN-POS、Q-POSの信号を位置信号として適宜用いることにより、磁気ヘッド10の現在位置を知ることができる。

【0005】一方、上記とは別のサーボ方式として「位相検出サーボ」なる方式が、たとえば特開昭60-10472号公報に開示されている。図3は、従来の「位相検出サーボ」方式の概略を説明する図である。トラック幅 T_{WT} の磁気ヘッド10をトラック#Nに位置決めする場合を考える。磁気ヘッド10が x 方向に進行し、図3（a）に示すパターンP、A～Cを通過するとき、例えば図3（b）に示すような再生信号を得る。ここで、P、A～Cの各パターンの白い部分と黒い部分の表記法は図2と同様である。パターンは磁気ヘッド10に対してアジマスがついているが、その角度は再生信号の劣化（アジマスロス）が問題とならない程度に小さいので、それぞれの再生信号の形状は図2とほとんど変わらない。但し、パターンPに対する各パターンA、B、Cの位相は、トラック幅方向 y の位置により異なり、ここでは#Nトラックでの位相をそれぞれ P_A 、 P_B 、 P_C とする。ここで、図3（a）のパターンは模式図であり、実際には図3（b）の信号周期とは一致する。

【0006】いま、それぞれの位相の差 $P_B - P_A$ 、 $P_C - P_B$ を計算したとき、トラック幅方向 y におけるこの演算結果は、一例として図3（a）の右に示したものとなる。上記で求めた $P_B - P_A$ 、 $P_C - P_B$ の信号を位置信号として適宜用いることにより、磁気ヘッド10の現在位置を知ることができる。なお、図3（b）の再生信号より位相 P_A 、 P_B 、 P_C を求める方法としては、例えば、特開平6-231552号公報に開示されている方法を用いることができる。

【0007】また、振幅パターンに、波形を歪ませてその波形の一部の時間変化を検出する方法を組み合わせる例が、特開平9-251736号公報に開示されてい

る。このパターンは、従来の振幅パターンの特性に加え、波形の一部は変化せず、別の一部が変化する時間変化特性を含むパターンを記録するものである。このパターンにより、図2のC、Dパターンを省略することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】磁気記憶装置のトラック密度が増加するに従い、技術的もしくは磁気記憶装置生産上の種々の要因が、トラック密度増加を阻害する要因として顕在化してくる。そのうち、磁気ヘッドのトラック幅や、サーボパターン形状に起因する幾何学的な要因に関しては、位置信号の非線形という形で現れてくる。この中では、トラック幅方向に記録パターンが書き滲んだり、読み滲んだりする効果なども含まれる。また、記録媒体や、再生回路系のノイズに関しては、再生信号に対して相対的に信号対雑音比（ S/N ）の低下として見えてくる。さらに、外部からの振動（外乱振動）に対しては、ヘッド位置決め制御系による追従残差分が、余裕（マージン）として持つ量を越えることでトラック密度の限界に到達する。

【0009】また、振幅パターンに、波形を歪ませてその波形の一部の時間変化を検出する方法を組み合わせる従来例においては、波形を歪ませる結果、基本波や歪ませる前の波形における高調波成分以外に、別の高調波成分が発生するため、復調ノイズが増加する欠点がある。本発明は以上の点に鑑みなされたものであって、上記トラック密度増加の阻害要因に対して現行方式に比してより改善された方法と装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、磁気ヘッドを位置決めするためのサーボパターン情報、または位置情報を多重化する。すなわち、サーボパターンの持つ振幅情報、位相情報を同時に取得し、相互に補完させながら有効に使用することで、位置精度の向上を図る。

【0011】位置信号の非線形は、特に振幅検出方式においてサーボパターンの幅と再生ヘッドトラック幅との不整合により発生することが認められている。しかし、非線形の発生しやすい位置は局所的な部分に限られている。これに対して、非線形を生じにくい位相情報を併せて取得しておき、振幅情報と位相情報を補完しながら使用すれば、位置信号の非線形の問題は回避可能となる。

【0012】位置信号ノイズに関しては、上記振幅情報と位相情報を組み合わせて使用することにより、より情報量が充実し信号 S/N の向上に効果が大きい。外乱振動に対しては、位置情報を検出しながら、位相情報からトラック幅方向のヘッドの速度情報をも取得することで、例えば外乱振動が大きいときに記録動作を停止させることが早い段階で可能となる。

【0013】ここで、サーボパターン再生波形から振幅

10

20

30

40

50

情報を取得する手段としては、上記信号を全波整流し、次に積分演算を行う方法がある。ここで得られた結果

(振幅値)はサーボパターン再生信号の振幅値を反映したものである。別な手段として、サーボパターン再生波形情報を離散的に取り込み、フーリエ多項式で表現し直すことにより得る方法がある。この方法については、以下に詳しく述べる。サーボパターン再生波形から位相情報を取得する手段としては、上記同様サーボパターン再生波形情報を離散的に取り込み、フーリエ多項式で表現し直すことにより得る方法を用いる。以下に、その方法について述べる。

【0014】上記サーボパターン再生波形は、ある決ま*

$$p(n) = A_0 + \left[\sum_{m=1}^{N-1} \left\{ A_m \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot m}{N}\right) + B_m \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot m}{N}\right) \right\} \right]$$

【0016】ここで、 A_0 、 A_m 、 B_m は、離散化フーリエ係数、 m は離散化フーリエ変換の次数である。上記フーリエ多項式は、離散化フーリエ係数が決まれば、一意に決まる。フーリエ係数は、パターン再生波形のサンプリングデータを $f(n)$ とすると、以下の【数2】【数3】【数4】のように求められる。

【0017】

【数2】

$$A_0 = \frac{1}{L \cdot N} \sum_{n=0}^{L \cdot N - 1} f(n)$$

【0018】

【数3】

$$A_m = \frac{2}{L \cdot N} \sum_{n=0}^{L \cdot N - 1} f(n) \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot m}{N}\right)$$

【0019】

【数4】

$$B_m = \frac{2}{L \cdot N} \sum_{n=0}^{L \cdot N - 1} f(n) \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot m}{N}\right)$$

【0020】最も簡単には、1次($m=1$)のフーリエ係数 A_1 、 B_1 を求めることで必要な結果を得ることができる。ここで、振幅検出の場合には、振幅値は次の【数5】として求められ、位相検出の場合には、基準パターンからの位相差は次の【数6】として求められる。

【0021】

【数5】

$$\sqrt{(A_1)^2 + (B_1)^2}$$

【0022】

【数6】

* った波形の数サイクルにわたる繰り返しであり、1サイクル(周期)あたりに離散的に取り込む数(オーバーサンプリング数)を N 、位置信号波形 $p(n)$ の上記繰り返し数を L とする。但し、 n は波形取り込み点の番号である。 $p(n)$ をフーリエ多項式表現で表すと、次の【数1】となる。なお、取り込む波形の周波数にあわせて、サンプリング(離散的取り込み)の周波数を決める必要がある。言い換えれば、あらかじめサンプリング周波数という形で、波形の周波数情報を持っている。

【0015】

【数1】

$$\arctan\left(\frac{B_1}{A_1}\right)$$

【0023】以上の手法を用いれば、復調した波形からその振幅情報のみならず、位相情報も同時に取得することが可能となる。従来のように波形の一部の情報のみを取得していた方法に比べ、復調情報が増加し、これらを活用する機会が増えることになる。以上から、本発明によるサーボパターン情報、または位置情報の多重化手法により、上記トラック密度増加に起因する種々の問題を解決することが可能となる。

【0024】すなわち、本発明による磁気記憶装置は、サーボパターンを有する磁気記録媒体と、磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、サーボパターンの再生信号は磁気ヘッドのトラック幅方向位置に応じて振幅と位相とが同時に変化する複数の部分信号を含み、サーボ信号復調回路は予め保持してある再生信号の周波数情報を基に前記複数の部分信号のそれぞれに略一致する正弦波関数を求めて磁気ヘッド位置信号を復調することを特徴とする。

【0025】サーボ復調回路は、各部分信号の振幅は当該部分信号に積分処理を加えることにより求め、位相は前記正弦波関数の位相より求めるものとして行うことができる。あるいは、サーボ復調回路は、各部分信号の振幅及び位相を前記正弦波関数の振幅と位相より求めるものとして行うことができる。サーボ復調回路は、振幅から得られる情報と位相から得られる情報に対して異なる重みをつけて磁気ヘッド位置信号を復調するのが好ましい。

【0026】また、トラック方向に所定距離だけ離れた2箇所の磁気ヘッド位置信号を用いて磁気ヘッドの速度ベクトルを得ることができる。ヘッド進行方向の速度ベクトルがわかれば、次のサーボセクタに至る前までのデ

ータ位置にて、ヘッドが所定のトラック上にあるかどうかを推定することが可能となる。この情報を利用すると、記録動作中に外部からの衝撃や振動が発生し、その結果、トラックの飛びが予想されるときに、記録動作を禁止することにより、隣接トラックのデータの破壊を未然に防止することができる。

【0027】本発明による磁気記憶装置は、また、サーボパターンを有する磁気記録媒体と、磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、サーボパターンはトラック中心線の両側にトラック方向にずらして配置した複数のパターンを含み、前記複数のパターンはそれぞれ2種類の位相状態のパターンをトラック幅方向に並べて構成されていることを特徴とする。このサーボパターンは、現行のサーボ・トラック・ライターで容易に形成が可能である。パターン記録時間も従来のサーボパターンの場合と同じである。

【0028】本発明による磁気記憶装置は、また、サーボパターンを有する磁気記録媒体と、磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、サーボパターンはトラック中心線の両側にトラック方向にずらして配置した複数のパターンを含み、前記複数のパターンはそれぞれN（Nは3以上の正数）種類の位相状態のパターンをトラック幅方向に並べて構成されていることを特徴とする。このサーボパターンは、現行のサーボ・トラック・ライターで容易に形成が可能である。

【0029】本発明による磁気記憶装置は、また、サーボパターンを有する磁気記録媒体と、磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、サーボパターンは、トラック中心線の両側にトラック方向にずらして配置した複数のパターンを含み、前記複数のパターンはそれぞれトラック方向の位相状態がトラック幅方向に連続的に変化するパターンであることを特徴とする。

【0030】本発明による磁気記憶装置は、また、サーボパターンを有しトラック幅方向に複数のゾーンに分割された磁気記録媒体と、磁気記録媒体に対して情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、サーボパターンの再生信号から磁気ヘッド位置信号を復調するサーボ信号復調回路とを含む磁気記憶装置において、サーボパターンの再生信号は磁気ヘッドのトラック幅方向位置に応じて振幅と位相とが同時に変化する複数の部分波形を含み、サーボパターン再生信号の周波数はゾーン毎に異なり、サーボ信号復調回路は各ゾーン内から読み出したサ

ーボパターン再生信号の周波数情報を基に前記複数の部分信号のそれぞれに略一致する正弦波関数を求めて磁気ヘッド位置信号を復調することを特徴とする。また、サーボパターン再生信号の周波数はゾーン毎でなく、トラック毎に異ならせても良い。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は、本発明によるサーボパターンの一例とその再生波形例を示す模式図である。サーボパターンを示す図1(a)において、x軸方向は磁気ヘッド10の走行方向、y軸方向は磁気ヘッド10のトラック幅方向である。この例では、少なくともパターンA、Bが図示の如くx軸方向に見て千鳥配置され、y軸方向に同様の繰り返しが記録される。必要に応じて、パターンPがy軸方向に連続的に記録される。

【0032】次に、各パターンの構成について説明する。パターンAは、周波数fでy方向の幅がトラックピッチ T_p の $1/2$ である「位相1」のパターン11と、周波数f、幅 $T_p/2$ 、「位相2」のパターン12をy方向に並べて組み合わせたパターンである。波形は例えばall 1のような周期性を持ったものが記録される。パターン長Lは、少なくとも上記波形の2周期以上が記録されるに足る長さである。トラック#Nの中心線に対してパターンAと千鳥配置されるパターンBは、周波数fでy方向の幅がトラックピッチ T_p の $1/2$ である「位相3」のパターン13と、周波数f、幅 $T_p/2$ 、「位相4」のパターン14をy方向に並べて組み合わせたパターンである。パターンBの波形とパターン長は、パターンAと同様である。パターンPは、周波数fで、上記パターン11～14と同様の波形である。パターンPの位相は、「位相1」～「位相4」のいずれかと一致していても良いし、一致していなくても良い。ここで、上記位相1～4は、等間隔に連続していることが必要である。すなわち、位相1と位相2との位相差、位相2と位相3との位相差、位相3と位相4との位相差、位相4と位相1との位相差は全て等しいことが望ましい。

【0033】図1(b)は、図1(a)に示したパターンのトラック#N上を磁気ヘッド10が移動したとき、磁気ヘッド10から再生される再生波形の例を示している。パターンP、A、Bの再生波形は、理想的な状態ではいずれも波形歪みのない正弦波形となる。位相差 P_A 、 P_B は、パターンA再生波形及びパターンB再生波形のパターンP再生波形からの位相差であるが、パターンA再生波形とパターンB再生波形間の位相情報は $P_A - P_B$ のように差をとることでも取得できる、すなわちパターンPを介さずに直接、パターンA再生波形に対するパターンB再生波形の位相ずれとしても取得できるので、その場合にはパターンPは不要となる。但し、この場合、上記位相1と位相2の位相間隔と、位相3と位相4の位相間隔を変える等の工夫が必要となる。

【0034】さらに、図1(a)に示したサーボパターンの発展型として、図1(c)に示すように、パターンA、Bの他に、図2の場合と同様の位置にパターンC、Dを配置しても良い。この場合、パターンCを構成するパターン15、16の位相は、それぞれ「位相5」「位相6」である。同様に、パターンDを構成するパターン17、18の位相は、それぞれ「位相7」「位相8」である。「位相5」「位相6」「位相7」「位相8」は、それぞれ「位相1」「位相2」「位相3」「位相4」に一致しても良いし、一致しなくても良い。

【0035】図1(d)は、図1(c)に示したパターンのトラック#N上を磁気ヘッド10が移動したとき、磁気ヘッド10から再生される再生波形例である。パターンP、A、B、C、Dの再生波形は、理想的な状態ではいずれも波形歪みのない正弦波形となる。位相差 P_A 、 P_B 、…は、パターンA、B、…再生波形のパターンP再生波形からの位相差であるが、各パターン再生波形間の位相情報は $P_A - P_B$ のように差をとることで取得できる、すなわちパターンPを介さずに直接、2つのパターン再生波形の位相ずれとしても取得できるので、その場合にはパターンPは不要となる。但し、この場合上記位相1～4の位相間隔と、位相5～8の位相間隔を変える等の工夫が必要となる。

【0036】図4は、本発明によるサーボパターンの他の例とその再生波形の一例を示す模式図である。図4

(a)はサーボパターンを示し、そのx軸方向は磁気ヘッド10の走行方向、y軸方向は磁気ヘッド10のトラック幅方向である。この例では、少なくともパターンA、Bが図示の如くx軸方向に見て千鳥配置され、y軸方向に同様の繰り返しが記録される。必要に応じて、パ

ターンPがy軸方向に連続的に記録される。

【0037】パターンAは、周波数 f でy方向の幅がトラックピッチ T_p の $1/3$ である「位相1」のパターン41と、周波数 f 、幅 $T_p/3$ 、「位相2」のパターン42と、周波数 f 、幅 $T_p/3$ 、「位相3」のパターン43をy方向に並べて組み合わせたパターンである。波形は例えばall 1のような周期性を持ったものが記録される。パターン長 L は、少なくとも上記波形の2周期以上が記録されるに足る長さである。トラック#Nの中心線に対してパターンAと千鳥配置されるパターンBは、周波数 f でy方向の幅がトラックピッチ T_p の $1/3$ である「位相4」のパターン44と、周波数 f 、幅 $T_p/3$ 、「位相5」のパターン45と、周波数 f 、幅 $T_p/3$ 、「位相6」のパターン46をy方向に並べて組み合わせたパターンである。パターンBの波形とパターン長はパターンAと同様である。パターンPは、周波数 f で、上記パターン41～46と同様の波形である。パターンPの位相は「位相1」～「位相6」のいずれかと一致していても良いし、一致していなくても良い。ここで、上記位相1～6は、等間隔に連続していることが必

要である。すなわち、位相1と位相2との位相差、位相2と位相3との位相差、位相3と位相4との位相差、位相4と位相5との位相差、位相5と位相6との位相差、位相6と位相1との位相差は全て等しいことが必要である。

【0038】図4(b)は、図4(a)に示したパターンのトラック#N上を磁気ヘッド10が移動したとき、磁気ヘッド10から再生される再生波形の例を示している。パターンP、A、Bの再生波形は、理想的な状態ではいずれも波形歪みのない正弦波形となる。位相差 P_A 、 P_B は、パターンA再生波形及びパターンB再生波形のパターンP再生波形に対する位相差であるが、パターンA再生波形とパターンB再生波形間の位相情報は $P_A - P_B$ のように差をとることで取得できる、すなわちパターンPを介さずに直接、パターンA再生波形に対するパターンB再生波形の位相ずれとしても取得できるので、その場合にはパターンPは不要となる。但し、この場合上記位相1と位相2、位相3の位相間隔と、位相4と位相5、位相6の位相間隔を変える等の工夫が必要となる。

【0039】さらに、このサーボパターンの発展型として、図1に示したように、パターンA、Bのx方向後方にパターンC、Dを付加しても良い。図4に示したサーボパターンは、図1に示したサーボパターンが一つのサーボパターンをトラック幅方向(y方向)に2分割したものであるのに対して、3分割したものと言うことができる。この考え方で、一つのサーボパターンをトラック幅方向yにN分割したもの(Nは自然数)が考えられる。なお、Nが十分大きな数になった場合には、次に図5にて説明するサーボパターンとほとんど等価となる。

【0040】図5は、本発明によるサーボパターンの他の例とその再生波形の一例を示す模式図である。図5

(a)はサーボパターンを示し、そのx軸方向は磁気ヘッド10の走行方向、y軸方向は磁気ヘッド10のトラック幅方向である。この例では、少なくともパターンA、Bが図示の如くx軸方向に見て千鳥配置され、y軸方向に同様の繰り返しが記録される。必要に応じて、パターンPがy軸方向に連続的に記録される。

【0041】パターンAは、周波数 f で、例えば#N-1トラック位置で「位相1」の状態、#Nトラック位置で「位相2」の状態と、y方向位置に応じて位相が連続的に変化するパターンである。y方向のパターン幅はトラックピッチ T_p と等しい。パターン長 L は、少なくとも上記波形の2周期以上が記録されるに足る長さである。トラック#Nの中心線に対してパターンAと千鳥配置されるパターンBは、周波数 f で、例えば#Nトラック位置で「位相2」の状態、#N+1トラック位置で「位相3」の状態と、y方向位置に応じて位相が連続的に変化するパターンである。y方向のパターン幅はトラックピッチ T_p と等しく、パターン長 L は、少なくとも

10

20

30

40

50

上記波形の2周期以上が記録されるに足る長さである。パターンPは、周波数 f で、上記パターンA、Bと同様の正弦波波形である。パターンPの位相は上記「位相1」～「位相3」のいずれかと一致していても良いし、一致していなくても良い。ここで、上記位相1～3は、等間隔に連続していることが必要である。すなわち、パターンAでは位相は1から2の状態へ一定に変化し、パターンBでは位相は2から3の状態へ一定に変化する。

【0042】図5(b)は、図5(a)に示したパターンのトラック#N上を磁気ヘッド10が移動したとき、磁気ヘッド10から再生される再生波形の例を示している。パターンP、A、Bの再生波形は、理想的な状態ではいずれも波形歪みのない正弦波形となる。位相差 P_A 、 P_B は、パターンA再生波形及びパターンB再生波形のパターンP再生波形に対する位相差であるが、パターンA再生波形とパターンB再生波形間の位相情報は $P_A - P_B$ のように差をとることで取得できる、すなわちパターンPを介さずに直接、パターンA再生波形に対するパターンB再生波形の位相ずれとしても取得できるので、その場合にはパターンPは不要となる。但し、この

場合パターンAの位相1から位相2への位相間隔と、パターンBの位相2から位相3への位相間隔を変える等の工夫が必要となる。

【0043】さらに、図5(a)に示したサーボパターンの発展型として、図1(d)に示したように、パターンA、Bのx方向後方にパターンA、Bに類似したパターンC、Dを配置しても良い。図6は、図5(a)に示したサーボパターンを記録する方法の一例を説明する図である。図6(a)は、磁気ディスクドライブの平面図である。また、図6(b)は、磁気ディスクドライブに

備わっている自ヘッドによって記録したサーボパターンの軌跡と、サーボパターン記録用の専用ヘッドによって記録したサーボパターンの軌跡を説明する図である。

【0044】磁気ディスクドライブ61は、スピンドルモータ62により回転駆動する磁気ディスク63と、ボイスコイルモータ(VCM)64により支持部材65を介して駆動される磁気ヘッド66によって構成される。一般的には、自ヘッドによるサーボパターン軌跡601は磁気ヘッド66にて図示の如く円弧状に記録される。サーボ記録の際の測長方法やヘッド送り方法には種々あり、特に図示しないが、例えばヘッド支持部材65の一部にレーザ光を照射してその絶対位置を測長しながらヘッド66を駆動していく方法がある。

【0045】図5(a)に示したサーボパターンの記録に当たっては、この自ドライブのヘッド66の他に、サーボパターン記録用の専用ヘッド68を用いる。サーボパターン記録用ヘッド68は支持部材67に支持され、その記録ヘッドの軌跡602が自ヘッド66によるサーボパターン記録の軌跡に対して角度 θ を持つような位置に配置される(図6(b))。ヘッド66とヘッド68

とは同期をとりながら、例えば図5(a)に示したパターンPはヘッド66で記録し、パターンA、Bはヘッド68で記録することにより、所望のパターンを記録する。

【0046】図7は、本発明によるサーボパターンを形成する方法の他の例を説明する図である。ここに説明するサーボパターン形成方法は、これまで説明したようにサーボパターンを磁気ヘッドにより磁気記録的に形成する方法と異なり、リソグラフィーの技術を用いて形成するものであり、図7(a)～(h)に作成プロセスを磁気ディスクの断面図によって模式的に示し、図7(i)にこのプロセスを経て最終的に得られたサーボパターンの斜視図を示した。この方法は、図1、図4、図5に示したサーボパターンのいずれに対しても適用することができる。

【0047】図7(a)～(d)にて、まず磁気ディスクにサーボパターンを転写するためのマスクを形成する。図7(a)に示すように、ガラス基板71にクロム層72、フォトリソグロ73をそれぞれ順に塗布したマスク基板のフォトリソグロ73側より、所望のサーボパターン形状にレーザ光74にてレーザカッティングを行う。この工程は、コンパクトディスク等のスタンプをカッティング作成するためのカッティング装置を用いて行うことができる。次に、図7(b)に示すように、これを現像し、クロムエッチングを行う。すると、図7

(b)の工程現像されてフォトリソグロ73の無くなった部分が図7(c)に示すようにエッチングされることになる。最終的にフォトリソグロ73を、除去剤を用いて除去することにより、図7(d)に示した所望のマスク75を得る。

【0048】次に、図7(e)～(h)に、上記マスク75を用いて基板にサーボパターンを転写し、サーボパターン付きの磁気ディスクを作成するプロセスを示す。図7(e)に示したガラス基板76は磁気ディスクの基板材料となるものであり、その上にフォトリソグロ77が塗布してある。これに、上記マスク75を介して照射光78を照射し、マスク75のパターンをフォトリソグロ77に転写する。これを現像し、さらに反応性イオンエッチングにてエッチングすると、図7(f)に示すように、ガラス基板76の表面にマスクパターンを反映した凹凸形状が形成される。これを図7(g)のようにレジスト除去し、磁性膜79をスパッタリングして、図7(h)に示した磁気ディスクを得た。

【0049】図7(i)にて、パターンP、A、Bの平面形態(上面より見た形態)は図5(a)に示したものと同等である。しかし、図7(i)にて示す斜視図では、図5(a)のパターンの黒い部分が凸部701として形成され、図5(a)のパターンの白い部分が凹部702として形成されている。このような断面形状を有する磁気ディスクの場合、例えばディスク表面に沿って一

方向に磁界をかけると、凹凸の角部より空間磁界を出すように磁化され、図5(a)に示した磁化パターンと同様にサーボパターンとして機能する。

【0050】図7ではマスク形成プロセスを説明したが、コンパクトディスクのようなスタンプを形成して、射出成形のプロセスによりディスク基板を作ること、同様な磁気ディスクを作成することも可能である。また、図7(e)では投影露光の説明図となっているが、マスクとディスク基板とを密着させる密着露光としてもよい。さらに、図7(a)では、カッティングにレーザー光を用いているが、パターン微細化の観点から、電子ビーム等の短波長ビームを用いてもよい。また、ここではマスクを介して磁気ディスクにパターンを転写するプロセスを示したが、磁気ディスクにレジスト等を塗布し、直接レーザーカッティングを行うことも可能である。

【0051】図8は、サーボパターン再生信号を復調して磁気ヘッドの位置信号を取得するサーボ信号復調回路の一例を示すブロック図である。磁気ヘッドにて再生されたサーボパターン再生信号は、増幅器を経て、一つは振幅検出系81へ、もう一つは位相検出系82へ送られる。振幅検出系81では上記信号を全波整流し、次に積分演算を行う。ここで得られた結果83(振幅値)はサーボパターン再生信号の振幅値を反映したものである。ここで、振幅検出系81に入れる再生信号は、A/D後*

*のデジタル信号でも良く、この場合は全波整流を介さずデジタル積分演算を行えばよい。

【0052】位相検出系82では、A/D変換の後、波形サンプリング、波形フィッティングを行い、フーリエ係数を算出、それをもとに波形の位相値を演算することで、位相値84を得る。具体的には、上記再生信号の一波長に対して例えば8倍のオーバーサンプリングにより波形を取り込む。この際、取り込む波形の周波数にあわせて、サンプリング周波数 f_s を決めておく必要がある。言い換えれば、サーボ信号復調回路は、予めサンプリング周波数 f_s という形で波形の周波数情報を持っている。ここで、離散化フーリエ級数により波形フィッティングを行い、フーリエ係数を算出する。得られたフーリエ係数より位相値演算を行い、波形の位相値84を結果として得る。位相検出系での演算について、以下に詳細を述べる。

【0053】1サイクル(周期)あたりに離散的に取り込む数(オーバーサンプル数)を8、位置信号波形 p

(n)の上記繰り返し数を10とする。但し、 n は波形取り込み点の番号である。 $p(n)$ をフーリエ多項式表現で表すと、次の【数7】となる。

【0054】

【数7】

$$p(n) = A_0 + \left[\sum_{m=1}^3 \left\{ A_m \cdot \cos\left(\frac{n \cdot \pi \cdot m}{4}\right) + B_m \cdot \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot m}{4}\right) \right\} \right]$$

【0055】ここで、 A_0 、 A_m 、 B_m は離散化フーリエ係数、 m は離散化フーリエ変換の次数である。上記フーリエ多項式は、離散化フーリエ係数が決まれば、一意に決まることがわかる。フーリエ係数 A_0 、 A_m 、 B_m は、パターン再生波形のサンプリングデータを $f(n)$ とすると、【数8】【数9】【数10】のように求められる。

【0056】

【数8】

$$A_0 = \frac{1}{80} \sum_{n=0}^{79} f(n)$$

【0057】

【数9】

$$A_m = \frac{1}{40} \sum_{n=0}^{79} f(n) \cdot \cos\left(\frac{n \cdot \pi \cdot m}{4}\right)$$

【0058】

【数10】

$$B_m = \frac{1}{40} \sum_{n=0}^{79} f(n) \cdot \sin\left(\frac{n \cdot \pi \cdot m}{4}\right)$$

【0059】最も簡単には、1次($m=1$)のフーリエ

係数 A_1 、 B_1 を求めることで必要な情報を得ることができる。位相検出の場合には、基準パターンからの位相差は、次の【数11】として求められる。

【0060】

【数11】

$$\arctan\left(\frac{B_1}{A_1}\right)$$

【0061】図9は、サーボパターン再生信号を復調して磁気ヘッドの位置信号を取得するサーボ信号復調回路の他の例を示すブロック図である。磁気ヘッドにて再生されたサーボパターン再生信号は、増幅器、A/D変換器を経て、その一波長に対して例えば8倍のオーバーサンプリングにより波形を取り込む。この際、取り込む波形の周波数にあわせて、サンプリング周波数 f_s を決めておく必要がある。言い換えれば、サーボ信号復調回路は、予めサンプリング周波数 f_s という形で波形の周波数情報を持っている。ここで、離散化フーリエ級数により波形フィッティングを行い、フーリエ係数を算出する。

【0062】得られたフーリエ係数より波形の振幅値演算、及び位相値演算を行い、それぞれ振幅値91、及び位相値92を結果として得る。具体的には、前記【数

7) から【数10】までの演算の流れに従い、フーリエ係数を求める。最も簡単には、1次(m=1)のフーリエ係数A₁, B₁を求めることで必要な結果を得ることができる。ここで、振幅検出の場合には、振幅値91は【数12】のように計算し、位相検出の場合には、基準パターンからの位相差92は【数11】のように計算して、それぞれ求めることができる。

【0063】

【数12】

$$\sqrt{(A_1)^2 + (B_1)^2}$$

【0064】図8に示したサーボ信号復調回路から出力される振幅値83と位相値84、図9に示したサーボ信号復調回路から出力される振幅値91と位相値92は、それぞれ磁気ヘッドの位置信号(POS)を表している。これを必要に応じて配分することにより、線形な一つの位置信号を得る。

【0065】振幅情報による位置信号と位相情報による位置信号の配分方法について、図10を用いて説明する。図10(a)に示したパターンP, A, Bは、図1、図3、図4、図5で既に説明しているパターンである。図8あるいは図9に示したサーボ信号復調回路にてA, Bパターン再生信号をパターン復調した結果を、振幅復調に対してはS_A, S_B, 位相復調に対してはP_A, P_Bとする。このとき、次の【数13】で表されるQ及び【数14】で表されるPが、振幅、位相それぞれのポジション信号となる。

【0066】

【数13】Q=S_A-S_B

【0067】

【数14】P=P_A-P_B

【0068】それぞれのポジション信号Q, Pは、図10(b)に示した波形となる。次に、Q, Pの規格化信号Q#POS, P#POSを以下の【数15】【数16】のように算出する。式中、wは振幅と位相との信号レベルを同等とするための重みである。

【0069】

【数15】

$$Q_POS = \frac{(1+w) \cdot Q}{|Q+w \cdot P|}$$

【0070】

【数16】

$$P_POS = \frac{(1+w) \cdot P}{|Q+w \cdot P|}$$

【0071】このようにして求めたQ#POS, P#POSが規格化位置信号であり、これらの直線領域を抜き出して位置信号に使用する(図10(c)の○で挟まれた部分(矢印で範囲表示))。規格化信号は、また、以下の【数17】【数18】のように算出しても良い。式中、nは正数である。

(9)

特開2001-110027

16

【0072】

【数17】

$$Q_POS = \frac{\sqrt[3]{1+w^n} \cdot Q}{\sqrt[3]{Q^n + w^n \cdot P^n}}$$

【0073】

【数18】

$$P_POS = \frac{\sqrt[3]{1+w^n} \cdot P}{\sqrt[3]{Q^n + w^n \cdot P^n}}$$

10

【0074】このように振幅と位相それぞれの信号を再生、復調し、それを組み合わせて相補的に用いることで、線形性の良好なポジション信号を得ることができる。すなわち、図1(a)あるいは図1(c)に示したサーボパターン、図4(a)に示したサーボパターン、図5に示したサーボパターンを本発明のサーボ信号復調回路で復調し、振幅情報と位相情報を取得することにより、線形性の良い、かつ耐ノイズ性能に優れた位置信号を得ることができる。そして、再生波形の振幅情報と位相情報を相補的に利用すると、図1(a)等に示したパターンA, Bからなるサーボパターンで全領域の線形性が確保できるので、図1(c)に示すようなパターンC, Dは必ずしも必要ない。つまり、本発明によると、パターンA, Bからなるサーボパターンを用いて、線形性を確保しながらサーボパターンの専有面積を低減できる。言い換えれば、データ領域割合を増加させることが可能であり、フォーマット効率の向上に寄与することになる。

20

【0075】図11により、本発明の他の例を説明する。ここでは、磁気ディスク装置に外部より振動もしくは衝撃が加わり、その影響で磁気ヘッドのトラッキングに飛びが生じるような場合、サーボ復調信号からそれを予知する方法について説明する。

30

【0076】図11(a)は、これまで説明したパターンP, A, Bに加え、A, Bと同じパターンA', B'を繰り返し記録したものである。磁気ヘッドのポジション信号生成は、P, A, Bパターンを用いてこれまで説明した方法にて可能である。いま、磁気ディスク装置の外部より振動もしくは衝撃が加わり、その影響で磁気ヘッドの軌跡が矢印111で示すように動いたとする。この場合、A, Bパターンよりヘッドポジションを算出する位置112と、A', B'パターンよりヘッドポジションを算出する位置113との間でδ1の位置ずれ量が生じる。この位置ずれ量はA, BパターンとA', B'パターンによりそれぞれ復調されるポジション信号にて観測されており、一方、位置112から位置113までの通過時間もわかっているため、軌跡111のベクトルの向きと大きさを計算することができる。

40

【0077】図11(b)は、図11(a)とは異なるパターン配置にて、同様の効果を得る方法を示したもの

50

である。図11(b)に示したパターンは、これまで説明したパターンP、A、Bに、R1、R2の領域を加えたものである。なお、一つのトラック上のAとR1、R1とBとR2はそれぞれ同一パターンであり、また、R1、R2の領域は、トラック幅方向にわたって連続したパターンである。ポジション信号生成は、P、A、Bパターンを用いてこれまで説明した方法にて可能である。特に、位相パターンによるポジション信号は、P、R1を用いることでも可能となる。

【0078】いま、磁気ディスク装置に外部より振動もしくは衝撃が加わり、その影響で磁気ヘッドの軌跡が矢印114で示すように動いたとする。この場合、P、R1パターンよりヘッドポジションを算出する位置115と、P、R2パターンよりヘッドポジションを算出する位置116との間で $\delta 2$ の位置ずれ量が生じる。この位置ずれ量はP、R1パターンとP、R2パターンによりそれぞれ復調されるポジション信号にて観測されており、一方、位置115から位置116までの通過時間もわかっているため、軌跡114のベクトルの向きと大きさを計算することができる。

【0079】図11(a)あるいは(b)にて説明した方法によりヘッド進行方向の速度ベクトルがわかれば、次のサーボセクタに至る前までのデータ位置にて、ヘッドが所定のトラック上にあるかどうかを推定することが可能となる。このような推定は、外部からの衝撃や振動が記録動作中に発生した場合に、隣接トラックのデータを破壊してしまう危険性を回避するために必要となる。データ領域でのヘッド位置が所定のトラック上にないことが推定されれば、例えば記録動作を禁止することにより、データの破壊を未然に防止することができる。すなわち、磁気ディスク装置の信頼性向上に寄与するものである。

【0080】図12は、本発明の更に他の例を説明する図である。図12は本発明によるサーボ情報及びデータ領域のフォーマット構成を模式的に表したものであり、図の左右方向がヘッド走行方向、上下方向がトラック幅方向である。サーボ情報構成の一例として、PLL部121、アドレスマーク(AM)122、シリンダ番号等123、これまで説明してきた本発明によるサーボマーク124があり、それにデータ125を加えて1サーボセクタとなり、サーボセクタが繰り返されて1本のトラックを構成する。サーボセクタ繰り返しの回数は50回から150回程度である。

【0081】いま、上記トラックが数百～数千本とまってゾーンNを構成する。ディスク内周から外周にかけて、ゾーンの個数は5～30程度である。各ゾーンにおけるPLL部121、アドレスマーク(AM)122、シリンダ番号等123におけるパターンの記録周波数は f_0 で一定である。一方、ゾーンN、 $N+1$ 、 $N+2$ 、...のサーボマーク124の記録周波数はそれぞれ異なる。

各ゾーンN、 $N+1$ 、 $N+2$ 、...毎に異なるサーボマーク124の記録周波数に関する情報は例えばシリンダ番号123に対応させて、各ゾーン毎でのサンプリング周波数を与えるようなテーブルをROM等に記録しておき、磁気ヘッドがアクセスするシリンダに対して所定のサンプリング周波数でサンプリングすることにより、ゾーン毎の記録周波数変化に対応することができる。

【0082】望ましくは、外周側ゾーンの記録周波数は高く、内周側ゾーンの記録周波数は低い方がよい。また、更に望ましくは、以下の考え方に基づいて記録周波数を定めるのがよい。面内磁気記録されたパターンの再生波形は、ヘッドと媒体の記録能力により、比較的記録密度の低い場合には波形の半値幅(PW50値)の狭い孤立波となる。記録周波数を上げ、記録密度が高くなるにつれて、波形は次第に正弦波形状に近くなる。波形の周波数スペクトルをみると、孤立波は基本波成分に加え、第2次以降の高調波成分が多数観測される。一方、位置信号波形復調時には、高域や低域のノイズ低減の目的から、基本波周辺の周波数のみ濾波を行い、高域の成分をカットすることが通常行われる。このことから、高域成分のカットの少ない、エネルギー効率のよい記録周波数の選択が望まれ、その値は孤立波を記録したときの半値幅(PW50値)の約3倍が波形の記録周期(記録周波数の逆数)となる場合である(IEEE Transaction on Magnetics, 32-5, pp.3899-3901(1996))。従って、各ゾーンに孤立波を記録したときの半値幅(PW50値)の約3倍が波形の記録周期(記録周波数の逆数)となるように、各ゾーンの記録周波数を決めるとよい。この方法によると、サーボ信号の復調波形を、最もエネルギー効率のよい状態で得ることが可能となり、位置信号の品質を良好に保つことができ、最終的に位置決め精度が向上することになる。さらに上記の考え方は、ゾーン毎ではなく各トラック毎に適用してもよい。

【0083】次に、図13及び図14により、本発明による磁気ディスク装置及び内部回路の一例を説明する。図13(a)は本発明における磁気ディスク装置の平面図を、図13(b)は(a)のA-A'断面を、それぞれ模式的に示したものである。磁気ヘッド131はヘッド支持部材132を介して、ボイスコイルモータ(VCM)を含むヘッドアクチュエータ133により駆動される。一方、磁気ディスク134は、ディスクスピンドル135を介して、スピンドルモータ136により駆動される。以上の構成部品はベース137に搭載され、カバー138により密閉される。また、記録・再生、その制御及び磁気ヘッドの位置決め制御、電源制御、データや制御信号、電力等の入出力は、回路基板139に搭載された回路にて行われる。

【0084】図14は、上記回路内部の働きを模式的に表した機能ブロック図である。磁気データ情報1311

をはじめ、制御信号1312、アドレス情報1313やステータス情報1314、電力1315入出力は、インタフェース回路1301により入出力制御され、磁気データ情報1311は記録/再生回路系1302、制御信号1312はコントローラ1303、アドレス情報1313やステータス情報1314は位置決め回路部1304、電力1315は電力コントローラ1305に、それぞれ入出力される。電力コントローラ1305から供給される電力により、スピンドルや各回路が駆動(1316, 1317)され、位置決め回路部1304からのサーボ情報1318によりヘッドアクチュエータが駆動される。記録/再生回路部1302より磁気ディスク1306に対して、磁気ヘッド1307を介して記録/再生情報1319がやりとりされる。ここで、本発明による位置決め方法による位置、速度情報1320は位置決め回路部1304にてサーボ情報1318へ変換される。他、制御情報1321はコントローラへ送られて、記録/再生回路部1302の制御に使用される。

【0085】

【発明の効果】本発明によると、磁気記憶装置のトラック密度が増加するに従い顕在化してくる位置信号の非線形や信号対雑音比(S/N)の低下、外部からの振動(外乱振動)耐力の低下などのトラック密度増加の阻害要因に対して、より改善された方法と装置を提供し、磁気記憶装置の記憶容量増加に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるサーボパターンの一例とその再生波形例を示す模式図。

【図2】従来の「振幅検出サーボ」方式の概略を説明する図。

【図3】従来の「位相検出サーボ」方式の概略を説明する図。

【図4】本発明によるサーボパターンの他の例とその再生波形の一例を示す模式図。

【図5】本発明によるサーボパターンの他の例とその再生波形の一例を示す模式図。

【図6】図5(a)に示したサーボパターンを記録する方法の一例を説明する図。

【図7】本発明によるサーボパターンを形成する方法の他の例を説明する図。

【図8】サーボ信号復調回路の一例を示すブロック図。

【図9】サーボ信号復調回路の他の例を示すブロック図。

【図10】振幅情報による位置信号と位相情報による位置信号の配分方法を説明する図。

【図11】磁気ヘッドの速度ベクトル検出方法を説明す

るための図。

【図12】ゾーン毎にサーボマークの記録周波数を変化させる例のフォーマット構成を示す図。

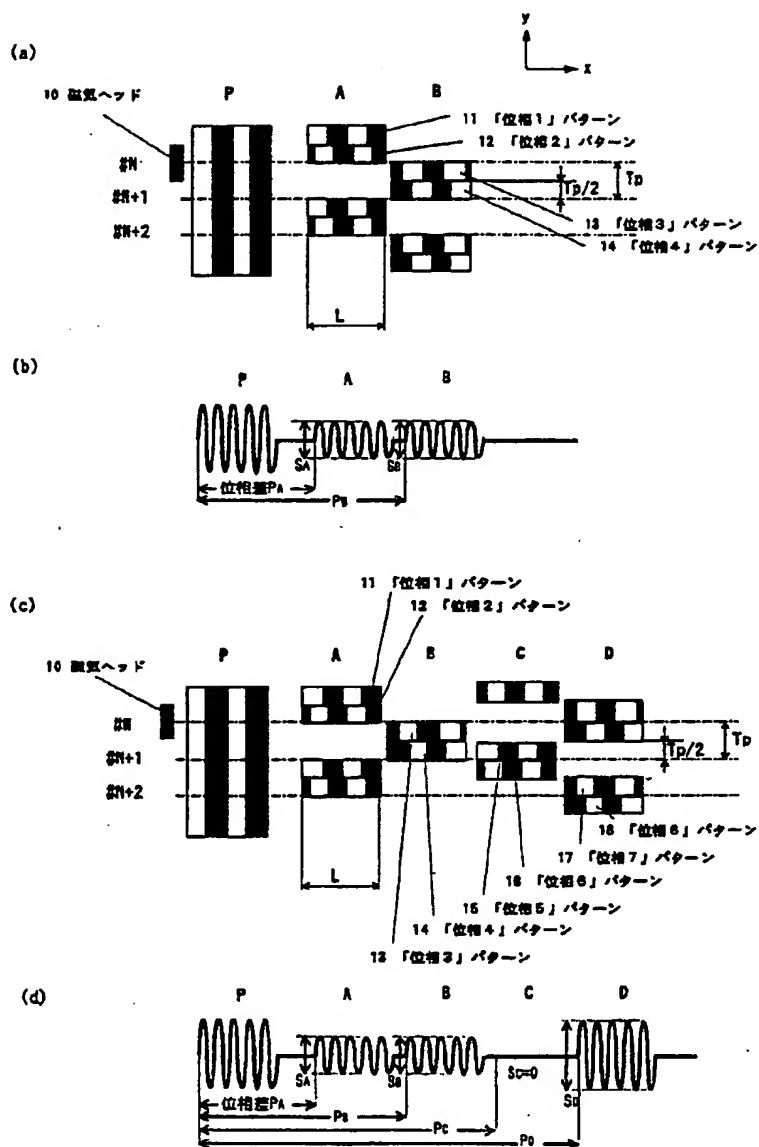
【図13】本発明による磁気ディスク装置の概略図。

【図14】磁気ディスク装置の内部回路の一例を説明する機能ブロック図。

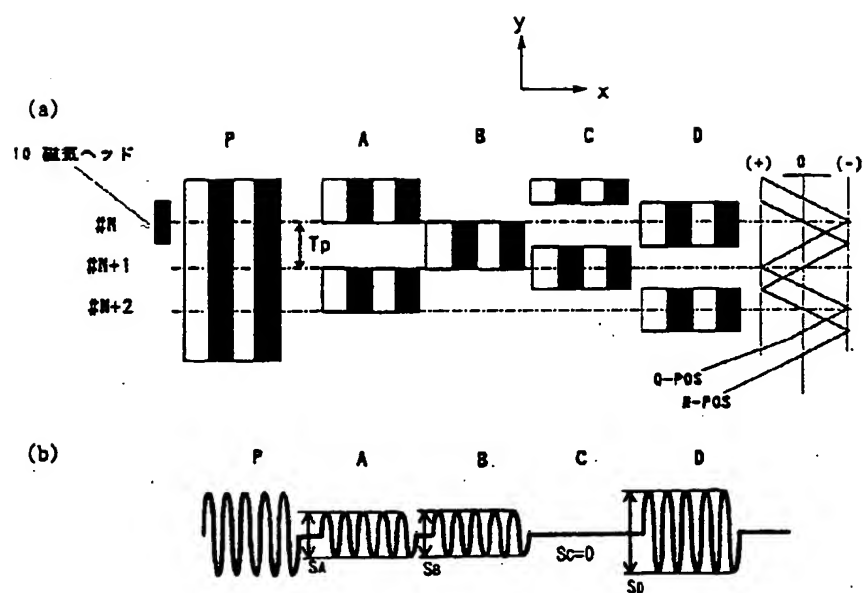
【符号の説明】

10…磁気ヘッド、11…「位相1」のパターン、12…「位相2」のパターン、13…「位相3」のパターン、14…「位相4」のパターン、15…「位相5」のパターン、16…「位相6」のパターン、17…「位相7」のパターン、18…「位相8」のパターン、41…「位相1」のパターン、42…「位相2」のパターン、43…「位相3」のパターン、44…「位相4」のパターン、45…「位相5」のパターン、46…「位相6」のパターン、61…磁気ディスクドライブ、62…スピンドルモータ、63…磁気ディスク、64…ボイスコイルモータ、65…支持部材、66…磁気ヘッド、67…支持部材、68…サーボパターン記録用ヘッド、601…サーボパターン、602…記録ヘッドの軌跡、71…ガラス基板、72…クロム層、73…フォトレジスト、74…レーザ光、75…マスク、76…ガラス基板、77…フォトレジスト、78…照射光、79…磁性膜、701…凸部、702…凹部、81…振幅検出系、82…位相検出系、83…振幅値、84…位相値、91…振幅値、92…位相値、111…磁気ヘッドの軌跡、112…A、Bパターンよりヘッドポジションを算出する位置、113…A'、B'パターンよりヘッドポジションを算出する位置、115…R1パターンよりヘッドポジションを算出する位置、116…R2パターンよりヘッドポジションを算出する位置、121…PLL部、122…アドレスマーク、123…シリンダ番号等、124…サーボマーク、125…データ、131…磁気ヘッド、132…支持部材、133…ヘッドアクチュエータ、134…磁気ディスク、135…ディスクスピンドル、136…スピンドルモータ、137…ベース、138…カバー、139…回路基板、1301…インタフェース、1302…記録/再生回路部、1303…コントローラ、1304…位置決め回路部、1305…電力コントローラ、1306…磁気ディスク、1307…磁気ヘッド、1311…磁気データ情報、1312…制御信号、1313…アドレス情報、1314…ステータス情報、1315…電力、1316…スピンドル駆動、1317…各回路駆動、1318…サーボ情報、1319…記録/再生情報、1320…位置、速度情報、1321…制御情報

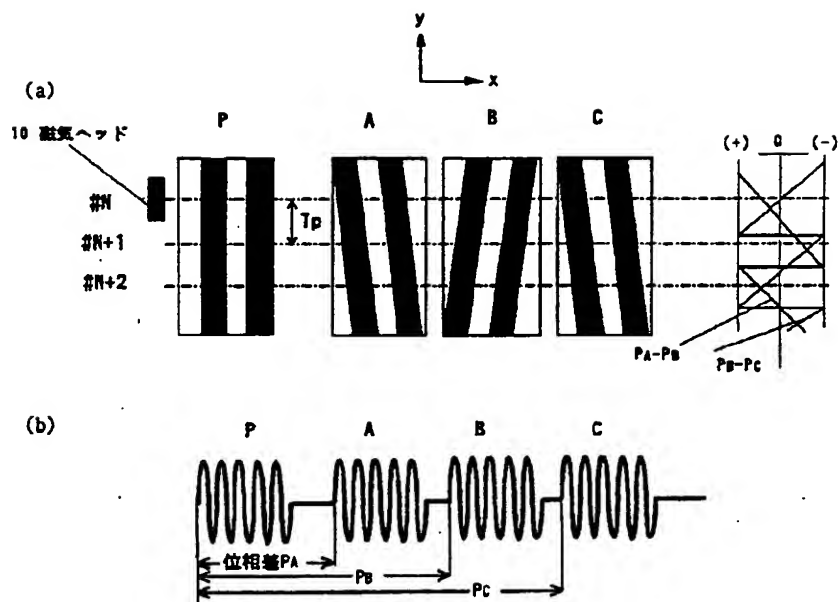
【図1】



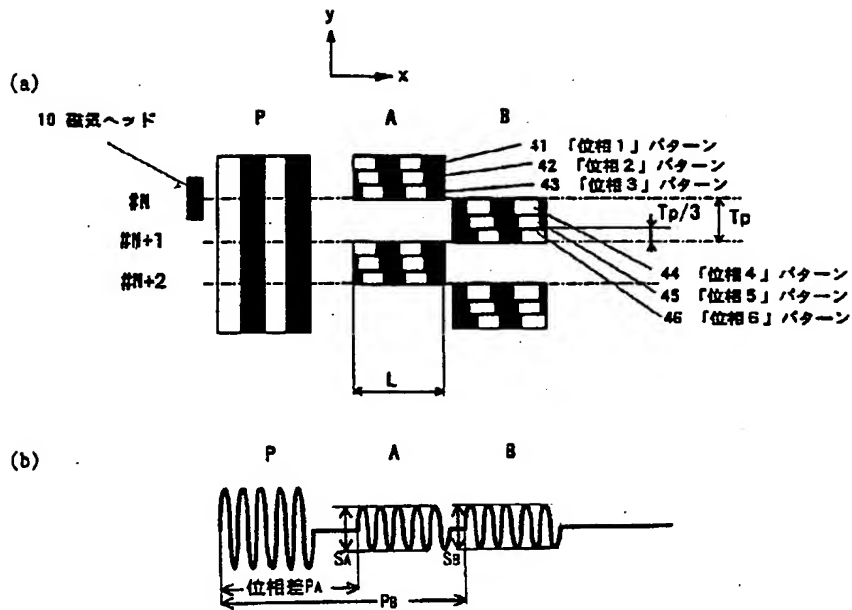
【図2】



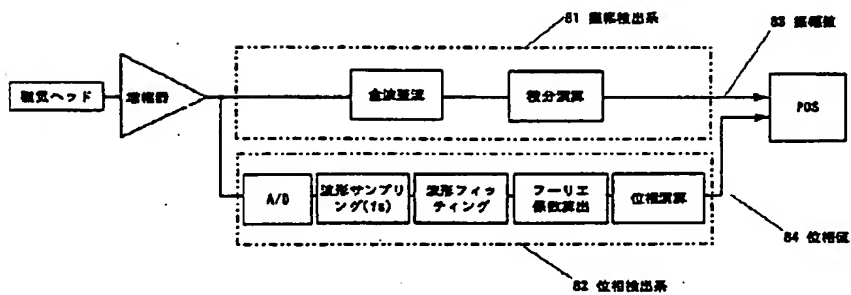
【図3】



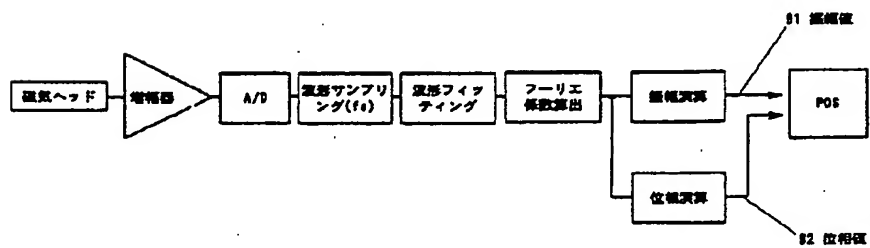
【図4】



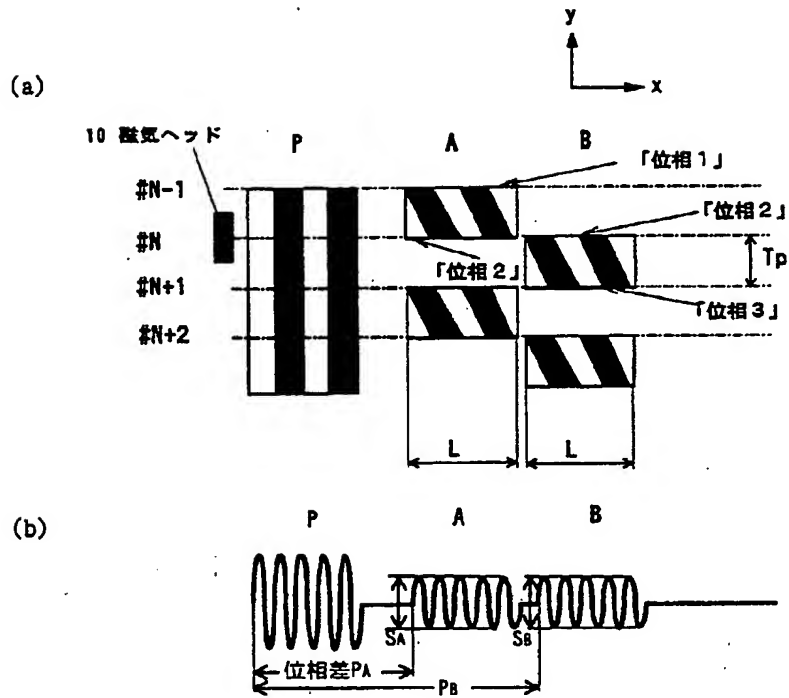
【図8】



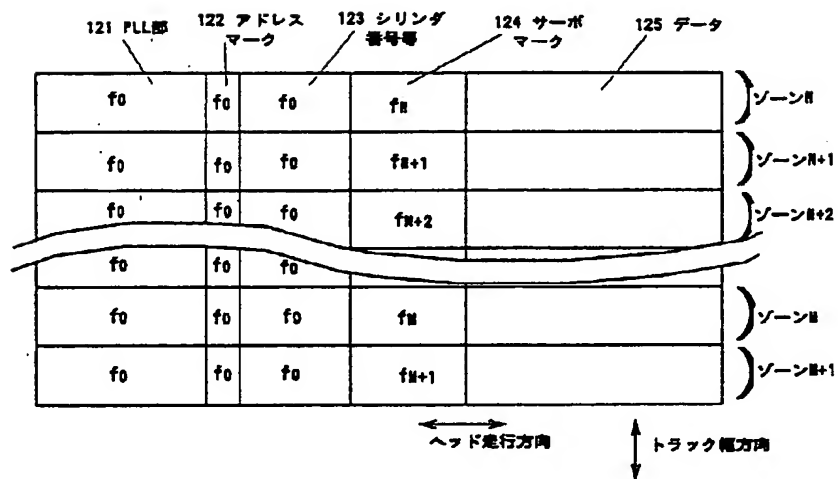
【図9】



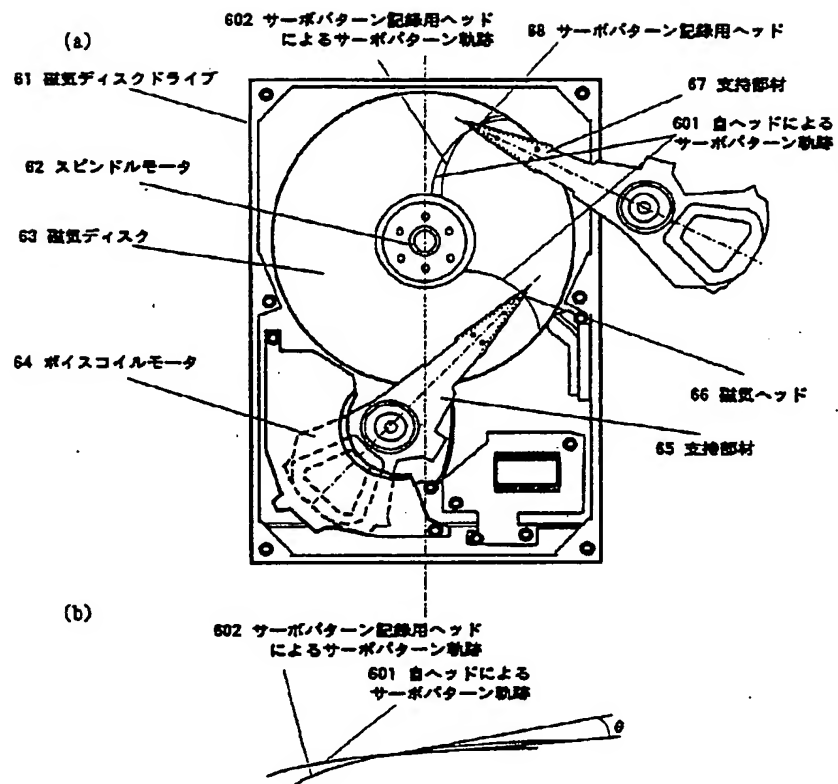
【図5】



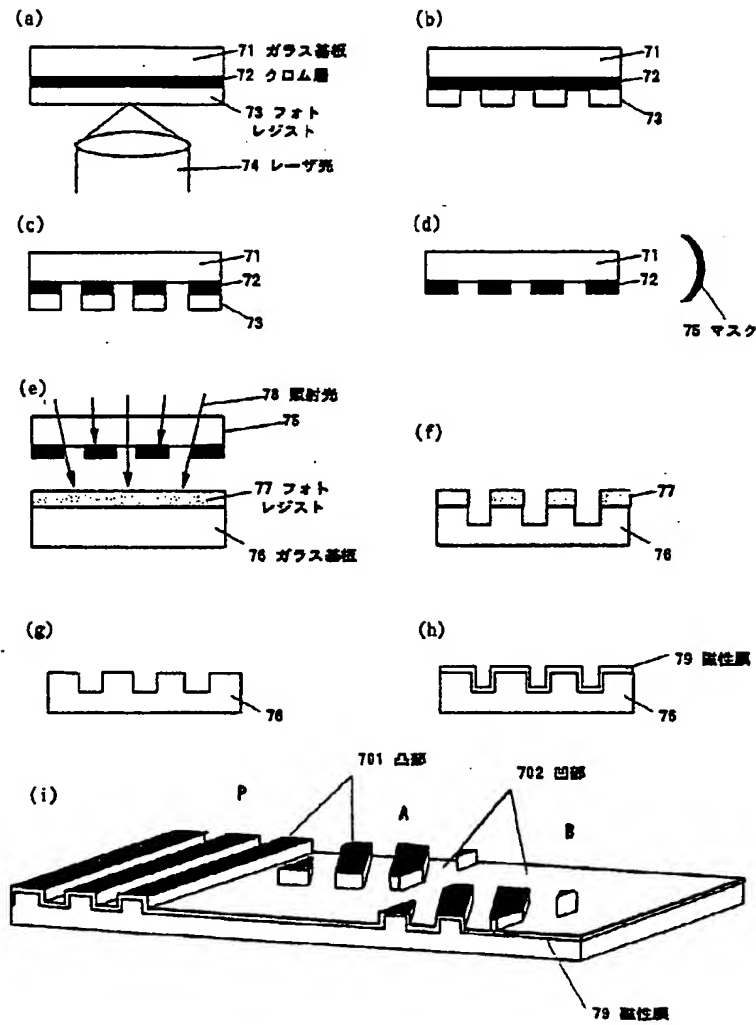
【図12】



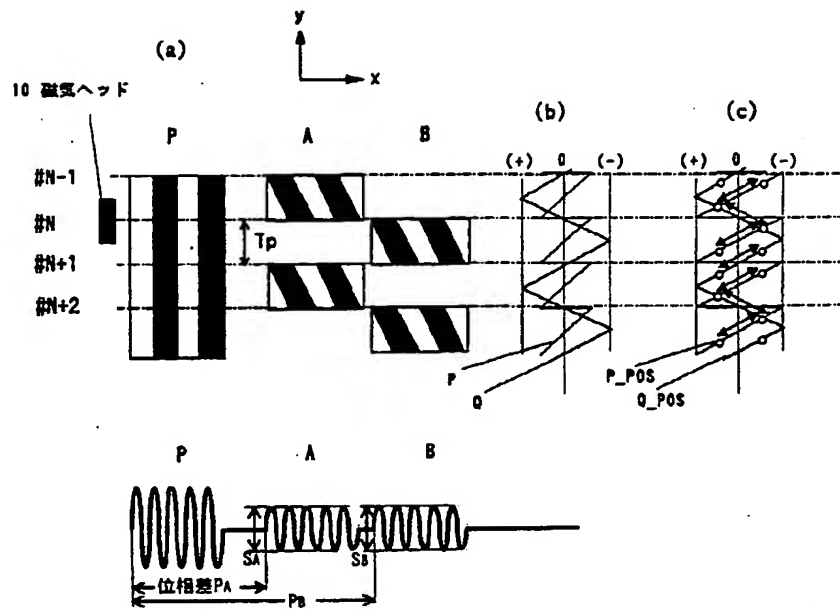
【図6】



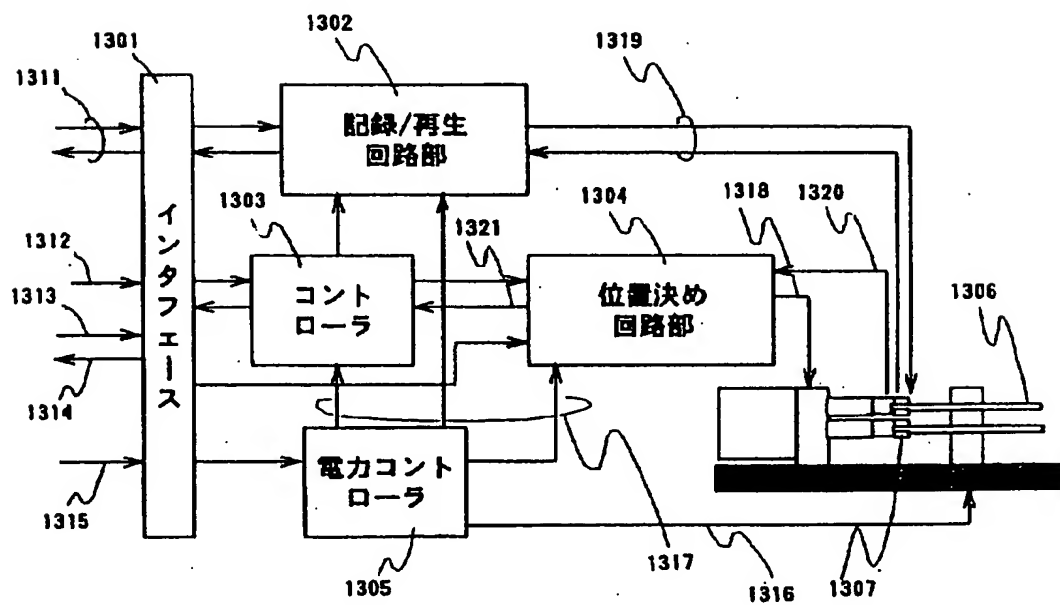
【図7】



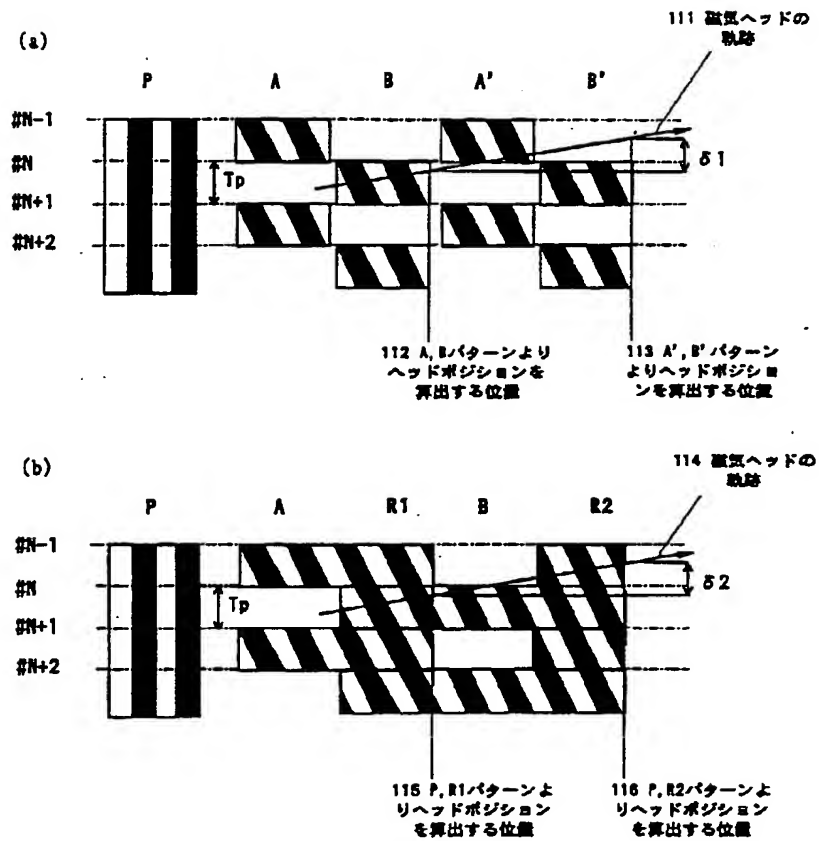
【図10】



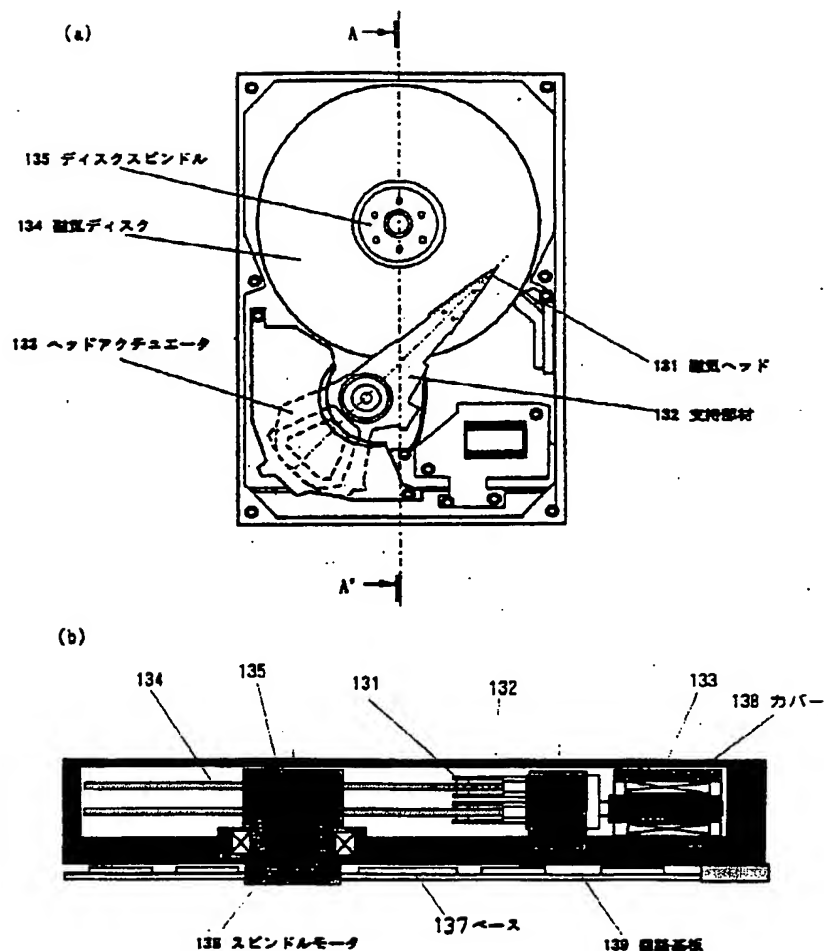
【図14】



【図11】



【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成11年10月26日（1999. 10. 26）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】 請求項1記載の磁気記憶装置において、前記サーボ信号復調回路は、各部分信号の振幅は当該部分信号に積分処理を加えることにより求め、位相は前記正弦波関数の位相より求めることを特徴とする磁気記憶

装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項3

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項3】 請求項1記載の磁気記憶装置において、前記サーボ信号復調回路は、各部分信号の振幅及び位相を前記正弦波関数の振幅と位相より求めることを特徴とする磁気記憶装置。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 4】 請求項 1, 2 又は 3 記載の磁気記憶装置において、前記サーボ信号復調回路は、振幅から得られる情報と位相から得られる情報に対して異なる重みをつけて前記磁気ヘッド位置信号を復調することを特徴とする磁気記憶装置。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】サーボ信号復調回路は、各部分信号の振幅は当該部分信号に積分処理を加えることにより求め、位相は前記正弦波関数の位相より求めるものとすることができる。あるいは、サーボ信号復調回路は、各部分信号の振幅及び位相を前記正弦波関数の振幅と位相より求めるものとすることができる。サーボ信号復調回路は、振幅から得られる情報と位相から得られる情報に対して異なる重みをつけて磁気ヘッド位置信号を復調するのが好ましい。